

KARAKTERISTIK EKOLOGI DAN KESEHATAN HUTAN MANGROVE DI PULAU TANAKEKE SULAWESI SELATAN

(Ecological Characteristic and Health of Mangrove Forest at Tanakeke Island South Sulawesi)

Heru Setiawan,* dan Mursidin

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 16. Kode Pos 90243 Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
Telp. +62 411554049; Faks. +62 411554058

Article Info

Article History:

Received 23 May 2017; received in revised form 10 January 2018; accepted 01 March 2018.

Available online since 27 March 2018

Kata kunci:

Pulau Tanakeke
Ekologi mangrove
Kesehatan hutan

ABSTRAK

Hutan mangrove di Pulau Tanakeke memiliki peranan yang penting, baik dari segi ekologi maupun ekonomi. Tingginya tekanan terhadap hutan mangrove menyebabkan terjadinya degradasi mangrove di kawasan ini. Pengetahuan mengenai kondisi ekologi dan kesehatan hutan mangrove sangat penting sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik ekologi dan tingkat kesehatan hutan mangrove di Pulau Tanakeke, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode *field survey* dengan membuat plot pengamatan ukuran 10 m x 10 m. Posisi plot pengamatan ditentukan secara *purposive* tersebar merata di semua sisi pulau. Hasil penelitian menunjukkan, komposisi jenis penyusun hutan mangrove di Pulau Tanakeke terdiri atas 11 jenis dan 8 suku. Indeks diversitas Shannon-Wiener pada tingkat pohon 2,01, pancang 1,88 dan semai 1,18. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan hutan mangrove di Pulau Tanakeke didominasi oleh *Rhizophora stylosa* dengan nilai INP tertinggi pada semua tingkatan pertumbuhan, yaitu pohon 115,31, pancang 172,11, dan semai 108,89. Struktur tegakan hutan mangrove di Pulau Tanakeke secara umum berbentuk huruf "J" terbalik yang artinya struktur tegakan hutan tergolong normal karena regenerasi tanaman berjalan baik. Tingkat kerapatan untuk fase pertumbuhan pohon adalah 706 ind/ha, pancang 4.824 ind/ha, dan semai 23.382 ind/ha. Secara umum, tingkat kesehatan hutan mangrove di Pulau Tanakeke termasuk dalam kategori rendah sampai sedang.

Keywords:

Tanakeke Island
Mangrove ecology
Forest health

ABSTRACT

Mangrove forest at Tanakeke Island has important roles both for ecology and economy. High pressure on mangrove caused mangrove degradation in the island. Knowledge of ecological conditions and health of mangrove forest are essential for mangrove ecosystem management at the island. The study aims to determine ecological characteristics and health status of mangrove forest at Tanakeke Island, Takalar District, South Sulawesi. This study employed quantitative methods using field survey with observations using plots of 10 m x 10 m. Observation plots were located evenly all over the island. Results showed mangrove forests at Tanakeke Island consist of 11 species belong to 8 families. Shannon-Wiener diversity index reached 2.01, 1.88, and 1.18 for tree, sapling, and seedling, respectively. Importance Value Index reached 115.31, 172.11, and 108.89 for tree, sapling, and seedling, respectively, and dominated by *Rhizophora stylosa* at all growth levels. Structure of mangrove forest stands resembles the letter "J" inverted, which means the structure of forest stands were quite normal as a result of the good process of plant regeneration. The density reached 706 ind/ha, 4,824 ind/ha, and 23,382 ind/ha for tree, sapling, and seedling, respectively. In general, mangrove forest health levels at Tanakeke Island were categorized in low to moderate levels.

* Corresponding author. Tel.: +62 81390623630
E-mail address: hiero_81@yahoo.com (H. Setiawan)

I. PENDAHULUAN

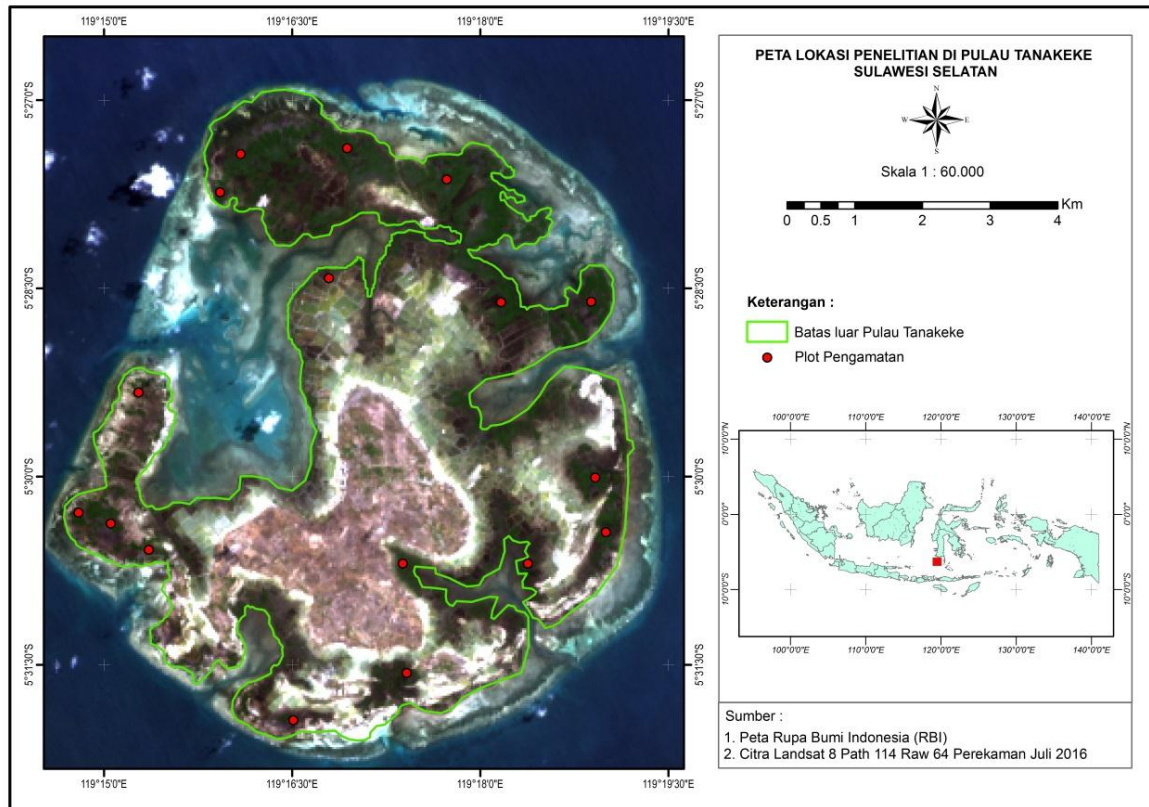
Indonesia, sebagai negara beriklim tropis dan merupakan negara kepulauan dengan lebih dari 17.504 pulau (Badan Pusat Statistik, 2015), serta panjang garis pantai sekitar 81.000 km (Lasabuda, 2013), merupakan kawasan yang potensial bagi tumbuh dan berkembangnya vegetasi mangrove. Hutan mangrove di Indonesia tersebar hampir di seluruh wilayah pesisir, mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi sampai ke Papua. Luasnya sangat bervariasi, tergantung pada kondisi biofisik pantai, kondisi substrat, kondisi hidrologi, pola angin, dan iklim mikro yang terdapat di pulau-pulau tersebut. Mangrove merupakan formasi tumbuhan yang habitatnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Menurut Jones *et al.* (2014), vegetasi mangrove tersebar di 120 negara di dunia yang berada di antara garis lintang 30°N dan 30°S. Indonesia merupakan negara dengan sebaran vegetasi mangrove terluas di dunia dengan luas mencapai 3.112.989 ha atau 22,6% dari luasan mangrove di dunia (Giri *et al.*, 2011). Dengan potensinya yang sangat besar tersebut, mangrove mempunyai peran yang sangat vital dalam pembangunan sosial ekonomi masyarakat pesisir (Anwar & Gunawan, 2007). Beberapa peranan mangrove dalam meningkatkan sosial ekonomi diantaranya adalah penghasil kayu bakar dan arang, daerah berkembangnya ikan, udang dan kepiting, pelindung tambak dari abrasi, dan sarana ekowisata.

Salah satu kawasan ekosistem mangrove terluas di Provinsi Sulawesi Selatan berada di Pulau Tanakeke, Kabupaten Takalar dengan luas mencapai 951,11 ha (Akbar, 2014). Ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke mempunyai peranan yang sangat penting, baik dari aspek fisik, ekologi maupun ekonomi. Pada aspek fisik, salah satu peran utama ekosistem mangrove di kawasan ini adalah sebagai pelindung dari abrasi, rob, gelombang pasang, dan angin kencang. Bengen (2004) menyatakan bahwa hutan mangrove setidaknya memiliki tiga fungsi ekologis. Pertama, sebagai peredam gelombang dan angin badai, pelindung pantai dari abrasi, penahan lumpur dan perangkap sedimen yang di angkut oleh aliran air permukaan. Kedua, sebagai penghasil sejumlah detritus, terutama yang berasal dari daun dan dahan pohon mangrove yang rontok, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan bagi para pemakan detritus, dan sebagian lagi diuraikan secara bakterial menjadi mineral-mineral hara yang berperan dalam penyuburan perairan. Ketiga, sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*) dan daerah pemijahan (*spawning ground*) bermacam biota perairan (ikan, udang dan kerang-kerang) baik yang hidup di perairan pantai maupun lepas pantai. Lebih lanjut, ekosistem mangrove mampu

menyediakan kebutuhan makanan bagi ikan, udang dan kepiting sehingga biota tersebut dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada ekosistem mangrove (Noor *et al.*, 2012). Masyarakat secara tidak langsung mendapatkan manfaat ekonomi dengan menangkap biota tersebut yang jumlahnya melimpah di sekitar hutan mangrove. Secara langsung, masyarakat Pulau Tanakeke memanfaatkan hutan mangrove untuk berbagai kepentingan, diantaranya untuk kayu bakar, bahan baku arang, tiang penyangga pada pertanian rumput laut, dan bahan pembuatan alat tangkap ikan tradisional (*paropo*) (Setiawan *et al.*, 2017).

Semakin berkembangnya populasi masyarakat dan tingginya tingkat ketergantungan masyarakat pada hutan mangrove menyebabkan terjadinya deforestasi mangrove di kawasan ini. Deforestasi tersebut terjadi karena penebangan mangrove yang dilakukan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan kayu bakar dan bahan baku industri arang lokal. Pada tahun 1970-an luas mangrove di Pulau Tanakeke mencapai 2.500 ha, kemudian pada periode 1990-an turun menjadi 1.300 ha (Akbar, 2014). Deforestasi hutan mangrove ini tidak hanya terjadi di Pulau Tanakeke. Secara global, dalam kurun waktu 40 tahun terakhir, tutupan lahan mangrove di seluruh dunia berkurang lebih dari setengahnya (Beys-da-Silva *et al.*, 2014). Rata-rata laju deforestasi yang terjadi pada hutan mangrove empat kali lebih besar daripada laju deforestasi pada hutan hujan tropis (Blanco *et al.*, 2012). Penyusutan luas hutan mangrove yang sangat cepat ini disebabkan meningkatnya populasi penduduk di wilayah pesisir, perubahan iklim, alih fungsi lahan untuk kegiatan pembangunan wilayah pantai, serta kegiatan pertanian dan perikanan (Ushakiranmai & Rajasekhar, 2015).

Menurunnya kualitas dan kuantitas hutan mangrove di Pulau Tanakeke telah mengakibatkan berbagai dampak, salah satunya adalah terjadinya banjir air pasang dengan frekuensinya semakin sering yang menggenangi permukiman dan menyebabkan kerusakan pada tanggul tambak. Hal ini menyebabkan pendapatan nelayan tambak menjadi menurun (Setiawan & Larasati, 2016). Dampak yang paling dikhawatirkan adalah terancamnya keragaman kehidupan biota dan sumber plasma nutfah karena tenggelamnya pulau. Pulau Tanakeke yang mempunyai luasan 43,12 km² dikategorikan sebagai pulau kecil (Setiawan, 2016) mengakibatkan kawasan ini sangat rentan tenggelam karena naiknya tinggi muka air laut akibat terjadinya perubahan iklim. Tenggelamnya pulau karena degradasi mangrove antara lain terjadi di Pulau Tapak Kuda yang terletak di Pantai Timur Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara (Onrizal & Kusmana, 2008). Konversi hutan



Gambar 1. Lokasi penelitian di Pulau Tanakeke, Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan.
Figure 1. Research location at Tanakeke Island, Takalar Regency, South Sulawesi Province.

mangrove untuk lahan pertambakan di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak menyebabkan hutan mangrove mengalami degradasi yang berdampak pada hilangnya permukiman masyarakat akibat abrasi. Dampak negatif lainnya antara lain terjadinya genang pasang yang dipengaruhi oleh meningkatnya intensitas erosi pantai, rusaknya pantai akibat hantaman gelombang laut, tidak ada lagi ekosistem yang menahan laju erosi, dan tidak ada lagi habitat untuk ikan-ikan kecil yang biasanya digunakan sebagai aset para nelayan (Setyowati, 2010).

Salah satu penyebab utama dari terjadinya degradasi mangrove yang berkepanjangan tersebut adalah pemanfaatan mangrove yang tidak didasarkan pada kondisi ekologi atau daya dukungnya dan tidak adanya penilaian kesehatan hutan mangrove yang dilakukan secara periodik pada suatu kawasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik ekologi dan mengetahui kondisi dan kesehatan hutan mangrove di Pulau Tanakeke, Provinsi Sulawesi Selatan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dan pertimbangan bagi pemegang kebijakan dan pengelola dalam merancang pengelolaan mangrove di Pulau Tanakeke agar dapat memberikan kontribusi kepada masyarakat secara lestari dan berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus - November 2016 di Pulau Tanakeke, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1). Pulau ini terletak di sisi barat daya daratan Provinsi Sulawesi Selatan dan berhadapan langsung dengan perairan Selat Makassar. Secara geografis, pulau ini terletak pada 119° 14' 22" - 119° 20' 29" BT dan 5° 26' 43" - 5° 32' 34" LS. Secara administratif, Pulau Tanakeke terdiri dari lima desa, yaitu Desa Maccini Baji, Desa Balandatu, Desa Tompotana, Desa Rewatayya dan Desa Mattiro Baji.

B. Bahan dan Alat Penelitian

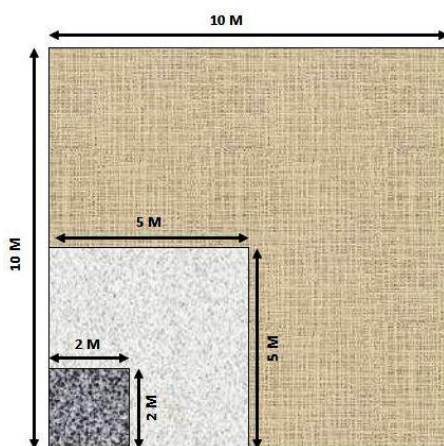
Pada penelitian ini, obyek penelitian yang digunakan adalah hamparan hutan mangrove yang berada di Pulau Tanakeke. Bahan penelitian diantaranya adalah peta tematik Pulau Tanakeke yang diperoleh dari beberapa instansi di Kabupaten Takalar dan data citra satelit landsat 8, path 114, row 64 dengan resolusi spasial 30 m yang didapatkan dengan mendownload langsung dari USGS. Alat yang digunakan antara lain Global Navigation Satellite System (GNSS), pH meter, salinometer, thermometer, galah berskala, kamera, kompas, *hand counter*, tali, rol meter, meteran

kecil, pisau, *tally sheet*, label, buku panduan identifikasi jenis mangrove, dan alat tulis. Alat pendukung yang digunakan dalam proses pengolahan data diantaranya seperangkat komputer dengan perangkat lunak Microsoft Office 2007 (Word, Excel) dan ArcGIS 10.1.

C. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis data yang dikumpulkan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan seperti data dimensi vegetasi, komposisi jenis, dan kerapatan vegetasi. Data sekunder berasal studi pustaka yang bersumber dari laporan maupun sumber lain yang berkaitan dengan topik penelitian, seperti peta tematik dan citra satelit.

Pengambilan data vegetasi dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat, yaitu membuat petak pengamatan yang diletakkan secara *purposive sampling* yang tersebar merata pada semua sisi pulau (Gambar 2). Tingkatan vegetasi yang diamati meliputi tingkat pohon (diameter batang lebih besar atau sama dengan 10 cm), pancang (diameter batang lebih kecil dari 10 cm dan tinggi lebih dari 1,5 cm), dan semai (anakan dengan tinggi kurang dari 1,5 cm) (Ezwardi, 2009). Petak pengamatan dibuat dengan ukuran 10 m x 10 m untuk tingkat pohon, di dalam setiap petak secara *nested sampling* dibuat subpetak dengan ukuran 5 m x 5 m untuk tingkat pancang, dan 2 m x 2 m untuk tingkat semai (Kaunang & Kimbal, 2009).



Gambar 2. Desain plot pengamatan
Figure 2. Plot design

Penempatan lokasi plot dilakukan dengan pertimbangan keragaman jenis, kerapatan, dan perbedaan kondisi biofisik lokasi. Dengan demikian diharapkan vegetasi yang dijadikan sampel dapat mewakili komposisi jenis mangrove di Pulau Tanakeke. Secara keseluruhan terdapat 17 plot pengamatan yang tersebar di lima desa

yaitu Desa Maccini Baji (4 plot), Desa Balandatu (5 plot), Desa Tompotana (2 plot), Desa Rewatayya (3 plot), dan Desa Mattiro Baji (3 plot). Pada setiap subpetak semai dilakukan identifikasi jenis dan dicatat jumlah setiap jenisnya, sedangkan pada setiap subpetak pancang dan pohon dilakukan identifikasi jenis serta diukur diameter setinggi dada dan tingginya. Selain pengukuran dan identifikasi jenis vegetasi, juga dilakukan pengukuran beberapa parameter lingkungan seperti tingkat keasaman air, kadar garam, dan ketebalan substrat.

D. Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan analisis vegetasi untuk mendapatkan Indeks Nilai Penting (INP). Indeks ini digunakan untuk mengetahui jenis pohon dominan di setiap tingkat permudaan sehingga dapat diketahui kedudukan ekologisnya dalam sebuah komunitas. Menurut Odum (1993), INP didapatkan dengan cara menghitung nilai Kerapatan Jenis (K), Kerapatan Relatif (KR), frekuensi (F), Frekuensi Relatif (FR), Dominansi (D), Dominansi Relatif (DR).

1. Indeksi Nilai Penting

a. Kerapatan Jenis (K) (ind/ha)

$$K = \frac{\sum \text{Individu suatu jenis}}{\text{Luas Plot}} \quad (1)$$

b. Kerapatan Relatif (KR) (%)

$$KR = \frac{K \text{ suatu jenis}}{K \text{ seluruh jenis}} \times 100\% \quad (2)$$

c. Frekuensi Jenis (F)

$$F = \frac{\sum \text{Plot ditemukan suatu jenis}}{\sum \text{Seluruh Plot}} \quad (3)$$

d. Frekuensi Relatif (FR) (%)

$$FR = \frac{F \text{ suatu jenis}}{F \text{ seluruh jenis}} \times 100\% \quad (4)$$

e. Luas Bidang Dasar (LBDS)

$$LBDS = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad (5)$$

Dimana: π adalah konstanta (3,14)
 d adalah diameter pohon

f. Dominansi Jenis (D) (m²/ha)

$$D = \frac{\sum LBDS \text{ suatu jenis}}{\text{Luas Plot}} \quad (6)$$

g. Dominansi Relatif (DR) (%)

$$DR = \frac{D \text{ suatu jenis}}{D \text{ seluruh jenis}} \times 100\% \quad (7)$$

h. Indeks Nilai Penting (INP)

$$INP = KR + FR + DR \quad (8)$$

INP pohon dan pancang merupakan hasil penjumlahan dari ketiga parameter, yaitu kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif. Khusus untuk vegetasi tingkat semai, indeks nilai penting diperoleh dengan cara menjumlahkan nilai kerapatan relatif dengan frekuensi relatif (Pangestu, 2015).

- Indeks keanekaragaman jenis (H')
Analisis keanekaragaman jenis dihitung menggunakan rumus keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (Magurran, 1988) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln (P_i); P_i = \frac{n_i}{N} \quad (9)$$

Simbol H' menyatakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, N adalah total jumlah individu semua jenis yang ditemukan, n_i adalah jumlah individu spesies ke- i , dan S adalah total jumlah spesies ditemukan.

- Indeks kekayaan jenis (D)
Untuk mengetahui besarnya kekayaan jenis tumbuhan digunakan rumus Margalef (Magurran, 1988) sebagai berikut:

$$D = \frac{S-1}{\ln N} \quad (10)$$

Simbol D menyatakan indeks kekayaan jenis, N adalah total jumlah individu dari semua jenis yang ditemukan, S adalah jumlah total semua spesies yang ditemukan.

- Indeks kemerataan jenis (E)
Indeks kemerataan jenis (E) dihitung menggunakan rumus menurut Santosa *et al.* (2008) sebagai berikut:

$$D = \frac{H'}{\ln S} \quad (11)$$

Simbol E menyatakan indeks kemerataan jenis, H' adalah indeks keanekaragaman jenis dan S adalah jumlah total semua spesies yang ditemukan. Penilaian tingkat kesehatan mangrove menggunakan dua acuan, yaitu Keputusan Menteri

Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 tahun 2004 dan Kaunang & Kimbal (2009). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 tahun 2004 tentang kriteria baku kerusakan mangrove, hutan mangrove dengan kriteria baik (sangat padat) adalah yang mempunyai tingkat kerapatan ≥ 1.500 pohon/ha, kriteria baik (sedang) dengan kerapatan pohon 1.000-1.500 pohon/ha, dan yang termasuk dalam kategori rusak (jarang) dengan kerapatan pohon < 1.000 pohon/ha. Menurut Kaunang & Kimbal (2009), penentuan tingkat degradasi hutan mangrove disajikan pada Tabel 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur dan Komposisi Jenis

Hutan mangrove di Pulau Tanakeke mempunyai peranan yang sangat penting dalam menjaga kestabilan ekosistem yang ada di dalamnya. Hutan mangrove yang tumbuh mengelilingi garis pantai Pulau Tanakeke berfungsi dalam menjaga pulau dari abrasi, banjir rob akibat gelombang pasang, dan angin kencang. Berdasarkan hasil wawancara dengan tokoh masyarakat, sebagian besar (90%) hutan mangrove di Pulau Tanakeke adalah hutan mangrove sekunder hasil dari kegiatan penanaman, sedangkan sisanya adalah hutan mangrove yang tumbuh secara alami. Kondisi tekstur tanah di bawah tegakan mangrove termasuk dalam kelompok lempung berpasir dengan ketebalan berkisar antara 30 cm sampai dengan 140 cm. Tingkat salinitas air di bawah tegakan mangrove berkisar 31‰ sampai dengan 33‰, sedangkan kadar keasaman (pH) rata-rata adalah 7,07 yang berada pada kisaran harkat netral.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat 11 jenis vegetasi penyusun hutan mangrove yang termasuk kedalam 8 suku di Pulau Tanakeke. Sebelas jenis tersebut adalah *Avicennia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Excoecaria agallocha*, *Gymnanthera paludosa*, *Heritiera littoralis*, *Lumnitzera racemosa*, *Pemphis acidula*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*,

Tabel 1. Penentuan tingkat kerawanan degradasi ekosistem hutan mangrove

Table 1. Determination of mangrove forest ecosystem vulnerability degradation level

Parameter (Parameters)	Tingkat kerawanan degradasi (The level of degradation vulnerability)		
	Rawan rendah (Low vulnerability)	Rawan sedang (Medium vulnerability)	Rawan tinggi (High vulnerability)
Kerapatan vegetasi (Vegetation density)			
- Fase pohon (Tree)	>1.500	750-1.500	<750
- Fase pancang (Sapling)	>2.500	750-2.500	<750
- Fase semai (Seedling)	>5.000	1.000-5.000	<1.000
Indeks biodiversitas (Biodiversity index)	>3	1-3	<1

Sumber (Source): Kaunang & Kimbal (2009)

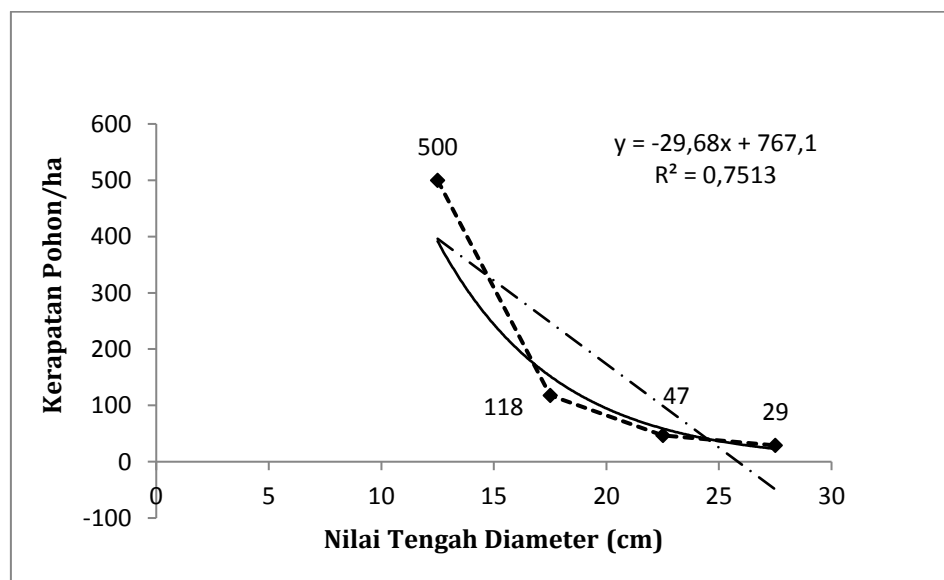
Rhizophora stylosa, dan *Sonneratia alba*. Berdasarkan tingkat permudaannya, jenis-jenis yang dijumpai berada pada tingkat semai, pancang, dan tingkat pohon. Untuk tingkat semai tercatat sebanyak 10 jenis, pancang sebanyak 11 jenis dan pohon sebanyak 9 jenis. Jumlah jenis vegetasi penyusun hutan mangrove di Pulau Tanakeke ini lebih tinggi daripada komposisi jenis vegetasi mangrove di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa (Hartoko *et al.*, 2013) maupun Pulau Dudepo Kabupaten Gorontalo Utara (Usman *et al.*, 2013) yang masing-masing hanya memiliki empat dan lima jenis mangrove.

Struktur tegakan berkaitan erat dengan penguasaan tempat tumbuh yang dipengaruhi oleh besarnya energi cahaya matahari, ketersediaan air tanah dan hara mineral bagi pertumbuhan individu tersebut. Secara keseluruhan struktur tegakan pada kelas pertumbuhan pohon menyatakan hubungan antara banyaknya pohon dengan kelas diameter dalam plot penelitian. Sebaran pohon dengan kelas diameter $10 < X \leq 15$ cm, $15 < X \leq 20$ cm, $20 < X \leq 25$ cm dan diameter $25 < X \leq 30$ cm di lokasi penelitian disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa, struktur tegakan hutan di lokasi penelitian menunjukkan jumlah pohon yang semakin berkurang dari kelas diameter kecil ke kelas diameter besar, sehingga bentuk kurva pada

umumnya dicirikan oleh jumlah sebarannya menyerupai huruf “J” terbalik. Secara umum struktur tegakan hutan di lokasi penelitian menunjukkan karakteristik yang demikian, sehingga dapat dikatakan hutan tersebut masih normal. Hasil ini sama dengan penelitian lain yang dilakukan di Kabupaten Rembang (Wicaksono, 2014) dan Taman Nasional Alas Purwo (Heriyanto & Subiandono, 2012). Nilai korelasi (R) antara kelas diameter dan kerapatan pohon adalah 0,7513. Nilai korelasi yang lebih dari 0,75 menunjukkan terdapat korelasi dengan derajat “Sangat Kuat” antara variabel kelas diameter dengan tingkat kerapatan pohon.

Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa, struktur tegakan pada kelas pertumbuhan pancang menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan kelas pertumbuhan pohon. Tingkat kerapatan pada kelas pertumbuhan pancang menunjukkan kecenderungan semakin rendah seiring dengan semakin tingginya tingkat diameter. Hasil ini menunjukkan kecenderungan yang sama dengan yang terjadi pada tingkat pertumbuhan pohon. Nilai korelasi (R) antara kelas diameter dan tingkat kerapatan menunjukkan lebih dari 0,75 (0,8229) yang berarti terdapat korelasi dengan derajat “Sangat Kuat” antara variabel kelas diameter dengan tingkat kerapatan pancang. Struktur tegakan mangrove di Pulau Tanakeke dilihat dari pola

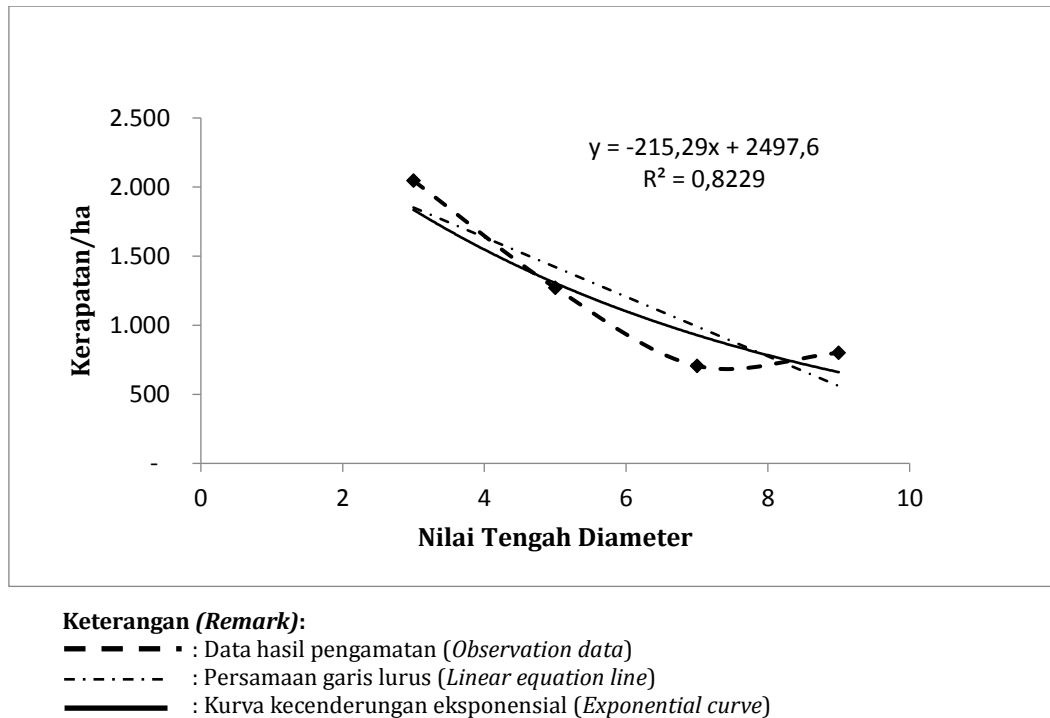


Keterangan (Remarks):

- — — — : Data hasil pengamatan (*Observation data*)
- : Persamaan garis lurus (*Linear equation line*)
- : Kurva kecenderungan eksponensial (*Exponential curve*)

Gambar 3. Sebaran kerapatan pohon per kelas diameter untuk semua jenis mangrove di Pulau Tanakeke.

Figure 3. Distribution of tree density based on diameter class for all mangrove species in Tanakeke Island.



Gambar 4. Sebaran kerapatan pancang per kelas diameter untuk semua jenis mangrove di Pulau Tanakeke.

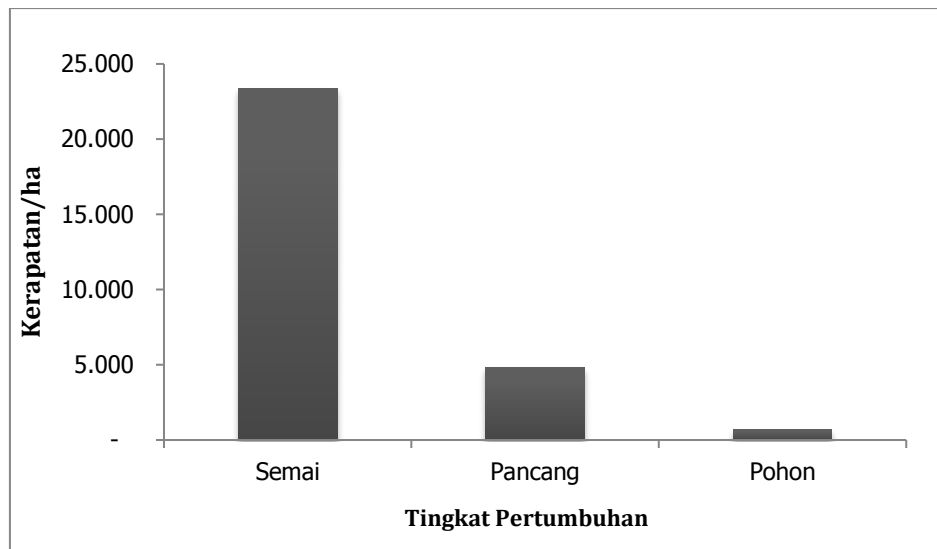
Figure 4. Distribution of sapling density based on diameter class for all mangrove species in Tanakeke Island.

hubungan antara kelas pertumbuhan dengan tingkat kerapatan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator keberhasilan regenerasi tegakan mangrove.

Berdasarkan pola yang tergambar dalam grafik tersebut (Gambar 5), menunjukkan tingkat regenerasi tegakan mangrove di Pulau Tanakeke mengikuti garis normal, dimulai dari tingkat semai yang menduduki peringkat tertinggi, kemudian tingkat pancang, dan terendah tingkat pohon. Tingkat kerapatan tertinggi dijumpai pada tingkat pertumbuhan semai dengan tingkat kerapatan 23.382 ind/ha, pancang 4.824 ind/ha, dan kerapatan terendah pada tingkat pertumbuhan pohon 706 ind/ha. Tingkat kerapatan pohon di kawasan mangrove Pulau tanakeke masih lebih rendah dari rata-rata kerapatan mangrove di Pulau Mare, Maluku Utara yang mencapai 967 ind/ha (Akbar *et al.*, 2016), walaupun keduanya masih termasuk dalam kategori tingkat kerapatan rendah. Penebangan pohon mangrove untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri arang dan kayu bakar menjadi salah satu penyebab rendahnya tingkat kerapatan pohon di kawasan mangrove Pulau Tanakeke. Hasil ini sejalan dengan penelitian di Kabupaten Cilacap oleh Tumisem & Suwarno (2008) yang menyatakan bahwa pengambilan kayu bakar menyebabkan penyusutan luas hutan mangrove.

Penilaian kondisi ekologi dalam suatu komunitas tegakan hutan merupakan salah satu cara untuk mengetahui gambaran umum kondisi tegakan pada suatu kawasan hutan. Beberapa parameter yang digunakan untuk menilai kondisi ekologi hutan mangrove di Pulau Tanakeke diantaranya adalah Indeks Nilai Penting (INP), indeks keanekaragaman jenis (H'), indeks kekayaan jenis (D) dan indeks kemerataan jenis (E). Hasil INP di kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis data vegetasi di kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke menunjukkan, nilai INP untuk tingkat semai untuk peringkat lima teratas adalah *Rhizophora stylosa* (108,89), *Rhizophora apiculata* (24,55), *Bruguiera gymnorhiza* (21,20), *Lumnitzera racemosa* (9,66), dan *Rhizophora mucronata* (8,60). Nilai INP untuk tingkat pancang peringkat lima teratas secara berturut-turut adalah *Rhizophora stylosa* (172,11), *Rhizophora mucronata* (23,70), *Rhizophora apiculata* (23,00), *Excoecaria agallocha* (18,82), dan *Lumnitzera racemosa* (16,48). Nilai INP untuk tingkat pohon peringkat lima teratas secara berturut-turut adalah *Rhizophora stylosa* (115,31), *Rhizophora mucronata* (51,70), *Sonneratia alba* (36,00), *Excoecaria agallocha* (24,79), dan *Bruguiera gymnorhiza* (23,41). *Rhizophora stylosa* merupakan jenis mangrove dengan nilai INP yang tertinggi pada semua tingkat



Gambar 5. Struktur tegakan mangrove berdasarkan hubungan antara kelas pertumbuhan dengan tingkat kerapatan pohon di Pulau Tanakeke.

Figure 5. Mangrove stand structure based on the relation between class growth and tree density level in Tanakeke Island.

pertumbuhan. Hal ini menunjukkan jenis *Rhizophora stylosa* merupakan jenis yang mendominasi ekosistem hutan mangrove di Pulau Tanakeke. Kemampuan *Rhizophora stylosa* dalam menempati sebagian besar ruang pada kawasan tersebut menunjukkan bahwa jenis tersebut memiliki kemampuan beradaptasi dengan kondisi fisik lingkungan di seluruh areal penelitian. Muhtadi *et al.* (2016) dalam penelitiannya di Pulau Sembilan, Kabupaten Langkat menyatakan bahwa hasil analisis nilai penting jenis mangrove menunjukkan bahwa *A. marina* memiliki pengaruh dan peran yang besar dalam komunitas vegetasi mangrove. Hasil analisis vegetasi penyusun mangrove di Pulau Benawa Besar, Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur menyatakan bahwa jenis *R. mucronata* merupakan jenis dominan pada setiap tingkatan pertumbuhan (Sayektiningsih *et al.*, 2012).

Indeks kekayaan jenis (D) merupakan salah satu metode untuk mengukur kekayaan spesies yang digambarkan dari jumlah spesies dalam suatu komunitas. Nilai indeks kekayaan jenis tertinggi di kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke ditemukan pada tingkat pancang (1,88), kemudian tingkat semai (1,78) dan terendah pada tingkat pohon (1,68). Indikator yang digunakan untuk mengetahui kekayaan jenis pada sebuah komunitas tumbuh-tumbuhan adalah jika nilai indeks kekayaan jenis $< 3,5$ maka kekayaan jenis rendah, jika nilainya $3,5 < X < 5$ maka kekayaan jenisnya sedang dan jika nilai indeks > 5 maka kekayaan jenisnya tinggi (Magurran, 1988). Berdasarkan hasil analisis data, tingkat kekayaan jenis pada kawasan hutan mangrove di Pulau

Tanakeke termasuk dalam kategori rendah pada semua tingkatan pertumbuhan. Pada umumnya indeks kekayaan jenis mangrove di kawasan pulau kecil termasuk dalam kategori rendah, seperti yang terdapat di Pulau Tanakeke, karakteristik fisik kimia air dan substrat, terutama tingkat salinitas yang tinggi merupakan salah satu faktor pembatas yang menyebabkan rendahnya tingkat kekayaan jenis mangrove di kawasan ini.

Nilai indeks keanekaragaman jenis (H') tertinggi di kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke ditemukan pada tingkat pohon (2,01), kemudian tingkat pancang (1,88) dan terendah semai (1,18). Kriteria yang digunakan untuk menginterpretasikan keanekaragaman Shannon-Wiener yaitu, jika $H' < 1$ menunjukkan tingkat keanekaragaman yang rendah, $H' = 1-3$ menunjukkan tingkat keanekaragaman tergolong sedang dan $H' > 3$ menunjukkan tingkat keanekaragamannya tergolong tinggi (Magurran, 1988). Dari kriteria di atas menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman jenis pada kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke pada tingkatan pertumbuhan semai dan pancang berada pada kategori rendah dan pada tingkat pertumbuhan pohon termasuk dalam kategori sedang. Dengan kondisi biofisik yang hampir sama, indeks keanekaragaman mangrove di Pulau Tanakeke masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan indeks keanekaragaman di Pulau Baai, Provinsi Bengkulu dengan indeks keanekaragaman termasuk rendah pada semua tingkat pertumbuhan, yaitu 0,53 untuk tingkat pohon, 0,92 untuk tingkat pancang, dan 0,82 untuk tingkat semai (Depari, 2008). Hasil penelitian

Tabel 2. Nilai INP pada tiap kelas pertumbuhan di kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke
Table 2. The value of INP in each growth class at mangrove forest in Tanakeke Island

Spesies (Species)	Semai (Seedling)			Pancang (Sapling)				Pohon (Tree)			
	KR	FR	INP	KR	FR	DR	INP	KR	FR	DR	INP
<i>Avicennia alba</i>	1,89	3,57	5,46	1,95	3,57	0,66	6,18	0,83	4,00	1,05	5,89
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	6,92	14,29	21,20	2,93	7,14	0,99	11,06	5,00	8,00	10,41	23,41
<i>Excoecaria agallocha</i>	1,26	3,57	4,83	5,37	7,14	6,31	18,82	9,17	8,00	7,62	24,79
<i>Gymnanthera paludosa</i>	0,63	3,57	4,20	0,49	3,57	0,13	4,19	-	-	-	-
<i>Lumnitzera racemosa</i>	2,52	7,14	9,66	5,37	10,71	0,40	16,48	5,83	12,00	2,53	20,36
<i>Pemphis acidula</i>	1,26	7,14	8,40	5,85	7,14	1,68	14,68	-	-	-	-
<i>Rhizophora apiculata</i>	13,84	10,71	24,55	7,32	7,14	8,54	23,00	5,83	8,00	3,01	16,84
<i>Rhizophora mucronata</i>	5,03	3,57	8,60	7,80	3,57	12,33	23,70	25,00	4,00	22,70	51,70
<i>Rhizophora stylosa</i>	66,04	42,86	108,89	60,98	42,86	68,28	172,11	38,33	48,00	28,98	115,31
<i>Sonneratia alba</i>	0,63	3,57	4,20	0,98	3,57	0,28	4,82	9,17	4,00	22,83	36,00
<i>Heritiera littoralis</i>	-	-	-	0,98	3,57	0,40	4,94	0,83	4,00	0,86	5,69
Jumlah (Total)	100	100	200	100	100	100	300	100	100	100	300

Keterangan: KR: kerapatan relatif, FR: frekuensi relatif, DR: dominansi relatif, INP: Indeks Nilai Penting

Remarks: KR: relative density, FR: relative frequency, DR: relative dominance, INP: Important Value Index

Ardiansyah *et al.* (2012), menyatakan bahwa indeks keanekaragaman di kawasan hutan mangrove Pulau Sebatik, Kalimantan Timur termasuk dalam kategori sedang. Secara umum, keanekaragaman mangrove di pulau-pulau kecil mempunyai indeks keanekaragaman yang rendah hingga sedang, hal ini disebabkan tidak adanya zonasi mangrove di pulau kecil karena tingkat salinitasnya yang tinggi.

Indeks kemerataan jenis (E) menunjukkan sebaran masing-masing spesies dalam sebuah komunitas. Semakin tinggi nilai indeks kemerataan maka semakin tinggi pula tingkat sebarannya. Hasil analisis data menunjukkan nilai indeks kemerataan jenis pada kawasan hutan mangrove Pulau Tanakeke yang tertinggi pada tingkat pertumbuhan pohon (0,780), disusul kemudian tingkat pertumbuhan pancang (0,612), dan terendah pada tingkat pertumbuhan semai (0,532). Menurut Magguran (1988), besaran $E < 0,3$ menunjukkan kemerataan jenis yang rendah, $0,3 < E < 0,6$ menunjukkan tingkat kemerataan jenis yang sedang dan $E > 0,6$ menunjukkan tingkat kemerataan jenis yang tergolong tinggi. Dengan demikian, tingkat kemerataan jenis vegetasi mangrove di Pulau Tanakeke termasuk dalam kategori tinggi untuk tingkat pohon dan pancang, sedangkan untuk tingkat semai termasuk dalam kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pemusatan individu jenis tertentu pada suatu wilayah sehingga keseluruhan jenis tersebar merata pada semua wilayah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ghufroha *et al.* (2015) yang menyatakan kemerataan jenis mangrove pada tingkat pohon dan permudaannya di hutan mangrove Pulau Sebatik tergolong sedang dan tinggi. Hasil penelitian Syahputra *et al.* (2013) menyatakan

bahwa kemerataan jenis mangrove di Pulau Keter Tengah, Kabupaten Bangka termasuk dalam kategori tinggi. Sementara itu, hasil penelitian Audia (2017) menyatakan bahwa indeks kemerataan jenis vegetasi mangrove di Pulau Putri, Kabupaten Bangka untuk tingkat pertumbuhan semai, pancang dan pohon termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan di Pulau Mengkubung, Kabupaten Bangka, indeks kemerataan jenis vegetasi mangrove untuk tingkat pertumbuhan semai dan pohon termasuk dalam kategori tinggi, dan untuk tingkat pancang termasuk dalam kategori sedang. Tingkat kemerataan jenis yang tinggi ini disebabkan karena mangrove mempunyai propagul yang relatif besar dan mudah untuk ditancapkan dalam tanah sehingga beberapa jenis mangrove dengan ukuran propagul yang lebih kecil dapat terbawa oleh ombak dan menyebar ke berbagai tempat.

B. Penilaian Kesehatan Mangrove

Pulau Tanakeke sebagai salah satu pulau kecil, secara fisik memiliki keterbatasan sumberdaya alam daratan bila dibandingkan dengan pulau besar (kontinental). Beberapa keterbatasan pulau kecil diantaranya adalah letaknya yang terisolasi, sarana prasarana yang terbatas, baik transportasi, pendidikan maupun kesehatan, kondisi kesehatan lingkungan dan sanitasi rendah, ketersediaan air bersih sangat terbatas, kondisi lingkungan perumahan tidak memenuhi standar kesehatan, dan sumberdaya lahan yang terbatas. Dengan keterbatasan sumberdaya tersebut, kecenderungan pemanfaatan sumberdaya yang dilakukan masyarakat yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hidup melalui aktivitas yang tidak ramah lingkungan menyebabkan kelangkaan

sumberdaya di pulau-pulau kecil (Ma'sitasari, 2009). Seperti pada umumnya masyarakat pesisir, masyarakat di Pulau Tanakeke mengandalkan sumberdaya pesisir untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Peningkatan jumlah penduduk menuntut pemanfaatan sumberdaya ekosistem pesisir yang meningkat dari tahun ke tahun. Sebagai konsekuensi dari meningkatnya aktivitas pemanfaatan sumberdaya tersebut, maka semakin meningkat pula potensi ancaman kerusakan ekologi di pulau ini.

Ekosistem mangrove sebagai bagian dari ekosistem pesisir di Pulau Tanakeke mempunyai potensi ancaman kerusakan ekologi jika tidak segera dikelola dengan baik. Ekosistem mangrove yang tumbuh subur di kawasan ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menopang kehidupan masyarakat, baik dari sisi ekologi maupun ekonomi. Adanya tekanan terhadap ekosistem mangrove dalam menyediakan kebutuhan masyarakat jika tidak dilakukan upaya pelestarian akan dapat mengurangi fungsinya dalam memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Penilaian terhadap tingkat kesehatan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke merupakan salah satu upaya untuk mengantisipasi agar degradasi mangrove di pulau ini dapat dikendalikan.

Hasil penilaian kesehatan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke berdasarkan parameter kerapatan vegetasi menurut kriteria baku kerusakan mangrove menunjukkan bahwa tingkat kesehatan hutan mangrove di Pulau Tanakeke berada pada tingkat rendah dengan tingkat kerapatan pohon 706 ind/ha. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove, kawasan hutan mangrove dengan tingkat kerapatan pohon di bawah 1.000 ind/ha dikategorikan rusak atau tingkat kesehatan rendah. Walaupun termasuk dalam kategori rendah, regenerasi mangrove di kawasan ini masih sangat baik. Hal ini dapat dilihat dari komposisi kerapatan semai yang lebih tinggi dari pancang dan pohon. Pada aspek kerapatan dan regenerasinya, hutan mangrove di Pulau Tanakeke lebih bagus daripada hutan mangrove di pesisir pantai timur Sumatera Utara yang regenerasinya tidak sempurna karena tidak ditemukan kelas pertumbuhan pohon (Onrizal & Kusmana, 2008) maupun di pesisir Kecamatan Sungai Raya Kepulauan Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat yang tergolong dalam kategori rusak berat (Nurrahman *et al.*, 2012). Namun demikian, kondisi hutan mangrove di Pulau Tanakeke lebih rendah dibandingkan dengan Pulau Sembilan yang memiliki tingkat kerapatan berkisar antara 333 – 5.935 ind/ha, dengan rata-rata kerapatan

3.540 ind/ha yang termasuk dalam kategori baik atau sangat padat (Muhtadi *et al.*, 2016).

Hasil penilaian tingkat kesehatan mangrove di Pulau Tanakeke berdasarkan parameter tingkat kerapatan menurut Kaunang & Kimbal (2009) menunjukkan tingkat kerapatan pohon sebesar 706 ind/ha termasuk dalam kategori kerawanan degradasi tingkat tinggi (< 750 ind/ha); kerapatan pancang 4.824 ind/ha termasuk dalam kategori kerawanan degradasi tingkat rendah (> 2.500 ind/ha); dan tingkat kerapatan semai sebesar 23.382 ind/ha termasuk dalam kategori kerawanan degradasi tingkat rendah (> 5.000 ind/ha). Penilaian tingkat kesehatan mangrove berdasarkan nilai indeks keanekaragaman vegetasi menurut Kaunang & Kimbal (2009), menunjukkan tingkat kesehatan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke termasuk dalam kategori sedang. Hal ini dapat dilihat dari nilai indeks keanekaragaman vegetasi pada semua tingkatan pertumbuhan (semai, pancang dan pohon) mempunyai nilai 1 sampai 3 (kategori sedang). Berdasarkan kedua parameter tersebut, tingkat kesehatan mangrove di Pulau Tanakeke secara umum berada pada kategori tingkat sedang. Tingkat kesehatan mangrove di Pulau Tanakeke masih lebih bagus jika dibandingkan dengan tingkat kesehatan mangrove di Pulau Sebatik yang termasuk dalam kategori rendah sampai sedang dengan nilai indeks keanekaragaman jenis mangrove antara 0,64 sampai 1,55 (Ardiansyah *et al.*, 2012). Tingkat kesehatan hutan mangrove di Pulau Tanakeke sama dengan kawasan mangrove di Kecamatan Batee, Kota Sigli, dan Kecamatan Simpang Tiga, Kabupaten Pidie Provinsi Aceh dengan nilai indeks keanekaragaman pada tingkat semai, pancang dan pohon berkisar 1-3 yang termasuk dalam kategori sedang (Karnanda *et al.*, 2016).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kawasan hutan mangrove di Pulau Tanakeke memiliki 11 jenis mangrove yang didominasi oleh *Rhizophora stylosa* dengan INP tertinggi pada semua tingkatan pertumbuhan, yaitu semai 108,89, pancang 172,11 dan pohon 115,31. Struktur hutan mangrove membentuk tegakan normal yang dicirikan dengan menurunnya tingkat kerapatan seiring dengan semakin meningkatnya kelas diameter. Indeks keanekaragaman vegetasi mangrove pada semua tingkatan berada pada tingkat sedang sedangkan indeks kekayaan jenis berada pada tingkat rendah. Tingkat sebaran mangrove di Pulau Tanakeke termasuk dalam kategori merata di seluruh sisi pulau. Tingkat kerapatan pada kelas pertumbuhan semai adalah 23.382 ind/ha, pancang 4.824

ind/ha dan pohon 706 ind/ha. Tingkat kesehatan mangrove dinilai berdasarkan parameter tingkat kerapatan pohon dan nilai indeks keanekaragaman jenis. Secara umum, tingkat kesehatan hutan mangrove di Pulau Tanakeke termasuk dalam kategori sedang.

B. Saran

Pada penelitian ini, aspek penilaian kesehatan hutan mangrove hanya dinilai berdasarkan parameter tingkat kerapatan pohon dan indeks keanekaragaman jenis. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan parameter lain seperti kelimpahan dan keanekaragaman fauna akuatik yang berada di bawah tegakan mangrove dan keanekaragaman burung sebagai indikator biologi. Berdasarkan hasil penelitian, saran bagi pemangku kebijakan, baik ditingkat lokal maupun pusat, hasil penilaian kesehatan mangrove di Pulau Tanakeke menunjukkan kerapatan pohon yang termasuk dalam kategori rendah perlu ditindak lanjuti dengan adanya kegiatan pendampingan kepada masyarakat untuk tidak melakukan penebangan pohon mangrove. Penebangan pohon mangrove di kawasan ini dilakukan masyarakat untuk memenuhi permintaan industri arang dan kayu bakar. Dengan luasnya kawasan mangrove di Pulau Tanakeke dan pentingnya peranan mangrove dalam menjaga kestabilan ekosistem mangrove, diperlukan kebijakan untuk mengelola kawasan mangrove menjadi sebuah area *sanctuary* atau area perlindungan. Dengan terbentuknya area perlindungan mangrove tersebut, diharapkan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke dapat dijaga secara lestari dan memberikan manfaat secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar yang telah memberikan dukungan dana sehingga kegiatan penelitian ini dapat terwujud. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada masyarakat Pulau Tanakeke, tokoh masyarakat, dan pihak-pihak yang telah membantu selama kami melaksanakan kegiatan penelitian. Tidak lupa kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Ibu Halidah, Rini Purwanti, dan Arman Hermawan yang telah membantu dalam kegiatan pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. (2014). *Geospatial Modeling of Vegetation Cover Changes on A Small Island - Case Study: Tanakeke Island, Takalar District, South Sulawesi*. Bogor Agricultural University.
- Akbar, N., Baksir, A., Tahir, I., & Arafat, D. (2016). Struktur komunitas mangrove di Pulau Mare, Kota

- Tidore Kepulauan, Maluku Utara, Indonesia
- Community structure of mangrove in Mare Island, Island of Tidore City, North Moluccas, Indonesia. *Depik*, 5(3), 133-142. <http://doi.org/10.13170/depik.5.3.5578>
- Anwar, C., & Gunawan, H. (2007). Peranan ekologis dan sosial ekonomis hutan mangrove dalam mendukung pembangunan wilayah pesisir. In *Ekspose Hasil-hasil Penelitian: Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan* (pp. 23-34).
- Ardiansyah, W. I., Pribadi, R., & Soenardjo, N. (2012). Struktur dan komposisi vegetasi mangrove di kawasan pesisir Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. *Journal of Marine Research*, 1(2), 203-215.
- Audia, S. (2017). *Komposisi jenis dan struktur vegetasi hutan mangrove di Pulau Putri dan Pulau Mengkubung, Kabupaten Bangka*. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Statistik Indonesia 2015*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bengen, D. G. (2004). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.
- Beys-da-Silva, W. O., Santi, L., & Guimarães, J. A. (2014). Mangroves: A Threatened Ecosystem Under-Utilized as a Resource for Scientific Research. *Journal of Sustainable Development*, 7(5), 40-51. <http://doi.org/10.5539/jsd.v7n5p40>
- Blanco, J. F., Estrada, E. a., Ortiz, L. F., & Urrego, L. E. (2012). Ecosystem-Wide Impacts of Deforestation in Mangroves: The Urabá Gulf (Colombian Caribbean) Case Study. *ISRN Ecology*, 2012, 1-14. <http://doi.org/10.5402/2012/958709>
- Depari, E. K. (2008). Struktur dan komposisi vegetasi mangrove di hutan mangrove Pulau Baai Bengkulu. *Agriculture*, 12(2), 394-401.
- Ezwardi, I. (2009). *Struktur Vegetasi dan Mintakat Hutan Mangrove di Kuala Bayeun Kabupaten Aceh Timur Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam*. Institut Pertanian Bogor.
- Ghufirona, R. R., Kusmana, C., & Rusdiana, O. (2015). Komposisi jenis dan struktur hutan mangrove di Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 6(1), 15-26.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., ... Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 154-159. <http://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Hartoko, A., Suryanti, & Febrianti, D. A. (2013). Biomassa karbon vegetasi mangrove melalui analisa data lapangan dan Citra Satelit Geoeye di Pulau Parang, Kepulauan Karimunjawa. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 2(2), 9-18.

- Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. (2012). Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 9(1), 23–32.
- Jones, T. G., Ratsimba, H. R., Ravaoarinorotsihoarana, L., Cripps, G., & Bey, A. (2014). Ecological segregation of the late jurassic stegosaurian and iguanodontian dinosaurs of the morrison formation in north america: Pronounced or subtle? *Forests*, 5(1), 177–205. <http://doi.org/10.3390/f5010177>
- Karnanda, M., Muchlisin, Z. A., & Sarong, M. A. (2016). Struktur komunitas mangrove dan strategi pengelolaannya di Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh, Indonesia. *Depik*, 5(3), 113–127. <http://doi.org/10.13170/depik.5.3.5577>
- Kaunang, T. D., & Kimbal, J. D. (2009). Komposisi dan struktur vegetasi hutan mangrove di Taman Nasional Bunaken Sulawesi Utara. *Agritek*, 17(6), 1163–1171.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove.
- Lasabuda, R. (2013). Pembangunan wilayah pesisir dan lautan dalam perspektif negara kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(2), 92–101.
- Ma'sitasari. (2009). *Analisis Ruang Ekologis Pemanfaatan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil Untuk Budidaya Rumput Laut (Studi Kasus Gugus Pulau Salabangka, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah)*. Institut Pertanian Bogor.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Muhtadi, A., Siregar, R. H., Leidonald, R., & Harahap, Z. A. (2016). Status ekologis mangrove Pulau Sembilan, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 5(3), 151–163. <http://doi.org/10.13170/depik.5.3.5656>
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2012). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: PHKA/WI-IP.
- Nurrahman, Y. A., Djunaedi, O. S., & Rostika, R. (2012). Struktur dan komposisi vegetasi mangrove di pesisir Kecamatan Sungai Raya Kepulauan Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(1), 99–107.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Onrizal, & Kusmana, C. (2008). Studi ekologi hutan mangrove di Pantai Timur Sumatera Utara (Ecological study on mangrove forest in East Coast of North Sumatra). *Biodiversitas*, 9(1), 25–29.
- Pangestu, F. A. S. (2015). *Komposisi Jenis Mangrove dan Pengetahuan Masyarakat Tentang Kawasan Mangrove Desa Sayoang, Halmahera Selatan*. Institut Pertanian Bogor.
- Santosa, Y., Ramadhan, eko prastio, & Rahman, dede aulia. (2008). Studi keanekaragaman mamalia pada beberapa tipe habitat di stasiun penelitian Pondok Ambung Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Media Konservasi*, 13(3), 1–7.
- Sayektiningsih, T., Ma'ruf, A., & Atmoko, T. (2012). Struktur dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove di Pulau Benawa Besar, Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur. In *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian BPTKSDA Samboja* (pp. 115–123).
- Setiawan, H. (2016). Strategi coping masyarakat pulau kecil dalam menghadapi dampak perubahan iklim. In *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2016, Upaya Pengurangan Risiko Bencana Terkait Perubahan Iklim* (pp. 288–298). Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Setiawan, H., & Larasati, D. A. (2016). Kontribusi ekosistem mangrove dalam mendukung pembangunan wilayah pesisir dan pulau kecil; Studi kasus di Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan. In *Prosiding Seminar Nasional Mengawal Pelaksanaan SDGs* (pp. 153–162). Surabaya: Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Surabaya.
- Setiawan, H., Purwanti, R., & Garsetiasih, R. (2017). Persepsi dan sikap masyarakat terhadap konservasi ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 14 (1), 57–70.
- Setyowati, E. (2010). *Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan hutan mangrove di Desa Surodadi Kecamatan Sayung Kabupaten Demak*. Institut Pertanian Bogor.
- Syahputra, R., Yandri, F., & Koenawan, C. J. (2013). *Struktur komunitas mangrove di Pulau Keter Tengah Kabupaten Bintan*. Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Tumisem, & Suwarno. (2008). Degradasi hutan bakau akibat pengambilan kayu bakar oleh industri kecil gula kelapa di Cilacap. *Jurnal Forum Geograf*, 22(2), 159–168.
- Ushakiranmai, G., & Rajasekhar, P. S. (2015). A Study on habitat loss of mangrove swamps/salt marshes over a period in Visakhapatnam urban environment, Andhra Pradesh, India. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 5(4), 173–178.
- Usman, L., Syamsuddin, & Hamzah, S. N. (2013). Analisis vegetasi mangrove di Pulau Dudepo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1), 11–17.
- Wicaksono, F. B. (2014). *Komposisi Jenis Pohon dan Struktur Tegakan Hutan Mangrove di Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah*. Institut Pertanian Bogor.